豊田清修*: ハスの果実の成熟段階と発芽について

Kiyonobu Toyoda*: On the maturing stage of the fruit of Lotus and its geramination

ハス (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) の果実が生じてから完熟するまでの経過をよく調べてみると，その形態上のみでなく，生理上にもかなりの差異が認められる。ハスの果実は極めて堅い果皮を有するため，そのままでは水につけても発芽することはないが，その基部を切断するか，あるいは硫酸で処理したのち水につけると発芽することは既に知られている。[1] しかし充分成熟しないものは単に水につけるだけで発芽することがあり，その割合は成熟段階によつてかなりの差異があることがわかつたのでこれらに関することを報告する。

材料および方法 鎌倉市八幡宮の源平池，同市深沢にあるハス田，藤沢市大庭にあるハス田において採集した果実について観察および実験を行つた結果，その成熟の度合によつて種々の差が見られるので，筆者はつぎの七つの段階を設けて研究を進めることにした。(第 1 図参照)

第 1 段階　果実は緑色で小さく，軟かい。内部には小さい胚珠があり，他はすべて空洞で極めて軽い。

第 2 段階　内部の胚は急に発達して 2 枚の緑色の幼葉を伸ばすようになる。子葉も大きくなつて果皮内の大部分を占めるようになる。

第 3 段階　果皮の外形も内部の胚も大きくなり，基部に僅かの空洞を残すのみとなる。2 枚の子葉の間に小さい空洞ができ，浅い溝となつて基部の空洞と連絡する。

第 4 段階　果実はかなり大きくなり，堅さを増す，果皮の色はまだ緑色である。果皮の横断面を検鏡すると，気孔道 stomatal canal は開いており，孔辺細胞のはたらきによつて気孔は開閉し，空気は外部より出入し得る。(第 3 図参照)

第 5 段階　果皮の色は概ね緑色であるが，部分的に褐色を帯びるようになる。表皮細胞は枯死するようになり，気孔は開閉する能力を失い。厚膜細胞は木化して褐色となる。これとともに果托と連絡する導管よりの水分養分の補給は次第に止るようになる。

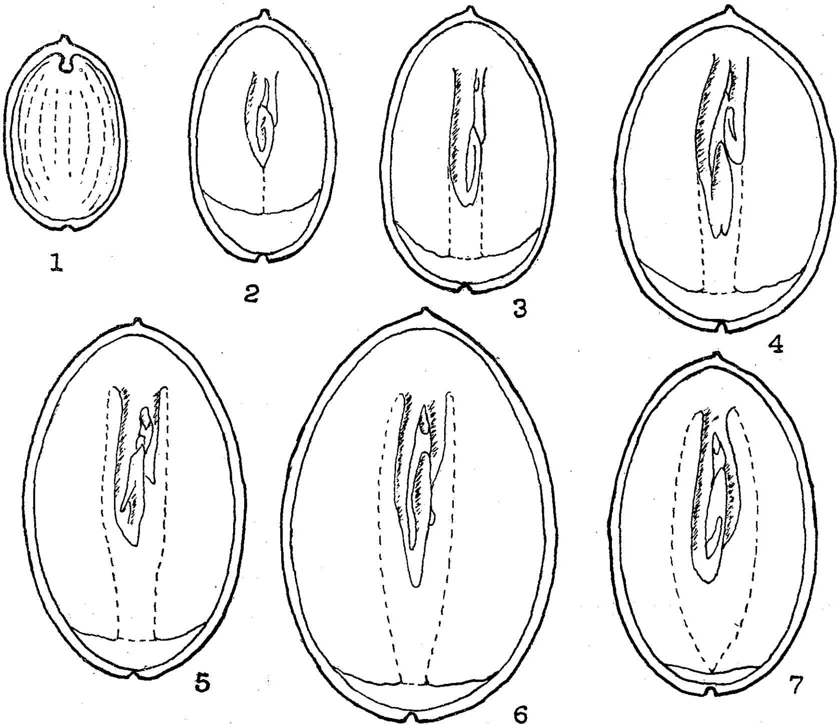
第 6 段階　果実の大きさは最大となり，やや丸味を帯びてくる。かなり堅くなり，色は褐色または黒褐色，比重は概ね水より小さいが，ときにはやや大きい。果皮の気孔道は開いており，孔辺細胞は枯死しているので水や空気は出入し得る。

第 7 段階　果実は収縮して大きさは小さくなり，極めて堅くなる。色は黒褐色，比重

---

* 日本大学藤沢高等学校. Fujisawa Higher School attached to Nihon University, Fujisawa, Kanagawa Pref.

は水より大である。表皮は新しいものでは見られるが，古いものでは剝離する。柵状組織にある気孔道は殆ど閉じ，水，空気の出入は不可能となる。また基部の凹所における維管束も通水の機能を全く失つて萎縮し，周囲の組織より圧縮を受けるようになる。果実がこの状態になるためには開花後およそ2ヶ月以上を要する。



第1図　ハスの果実の成熟による各段階を示す　約 ×5/2

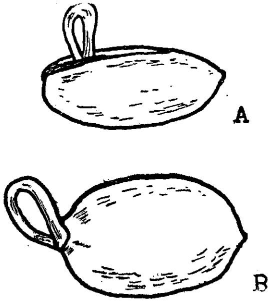
以上各段階に属すると思われる果実を40個ずつ容器に入れて水道水を注ぎ，室温において，8月より9月にかけて発芽の実験を行つた。その後11月に残つたものを定温器に入れて再び実験した。

また果実を採集した前記の場所において自然状態における果実の成熟および発芽について詳しく観察した。

結　果　水につけた果実は一部を除いて膨潤し初め，数日にして約2倍大となつた。膨潤したものは腐るかあるいは発芽を始め，膨潤しないものは不発芽となつた。第4段階以上のものの成績は次の通りである。

	総数	腐敗	発芽	不発芽 (20日以内に)	発芽の割合
第4段階	40	40	0	0	0%
第5段階	40	31	0	0	22.5%
第6段階	40	20	16	4	40.0%
第7段階	40	0	0	40	0%

以上に示すように第4段階のものは何れも腐敗した。第6段階のものはかなり多く腐敗したが，それらを除き去ると，10日目に1個のものが果皮が縦に割れてその間より芽を出した。まず屈曲した葉柄の一部が先に出て，それから葉身や第2葉が出てくるのであるが，ときには第1葉の葉身は子葉の間にはさまれて出てこないこともある。およそ14日くらいで残りのものも発芽した。



第2図 発芽による果皮の割れ方 ×1 Aは縦に二つに割れる Bは芽を出す部分のみ破れる

第6段階のものは12日目に1個のものが基部の凹所附近が少し膨らみ，その部分のみ破れて発芽した。発芽のとき果皮の割れる方法には縦に二つに割れてその間から芽を出す方法と，芽を出す部分のみ破れる方法がある。(第2図参照) 第5段階の多くのものは前者の方法により，第6段階のものは殆ど後者の方法によるようである。

第6段階のものも腐敗するものがかなりあつたが，それらを除き去ると20日以内に40%のものが発芽し，他は不発芽に終つた。なお日数を経過すればその幾つかは発芽することが考えられる。発芽後の幼植物の生育状態は第5段階のそれに比べてかなり旺盛である。第7段階のものは何れも発芽することなく，変化は見られない。

この実験を行つたのち80日を経過した11月中旬，残つた第4，第5，第6段階のものを見たところ，すべて黒褐色となつて堅くなり，外観上は段階の区別は困難である。これら各段階の果実各10個を一つの容器に入れて水道水を注ぎ，定温器に入れて25°C内外とし，発芽の実験を行つた。その結果やはり多くのものが潤膨し，腐敗するのもかなりあつたが，その一つのみは果皮が縦に割れて緑色の芽を出しかけてきた。しかし発芽に要する日数は長く，幼植物は活力に乏しい。

	総数	腐敗	発芽	不発芽 (25日以内に)	発芽の割合
80日経過後の第4，第5，第6段階のもの	30	22	1	7	3.3%

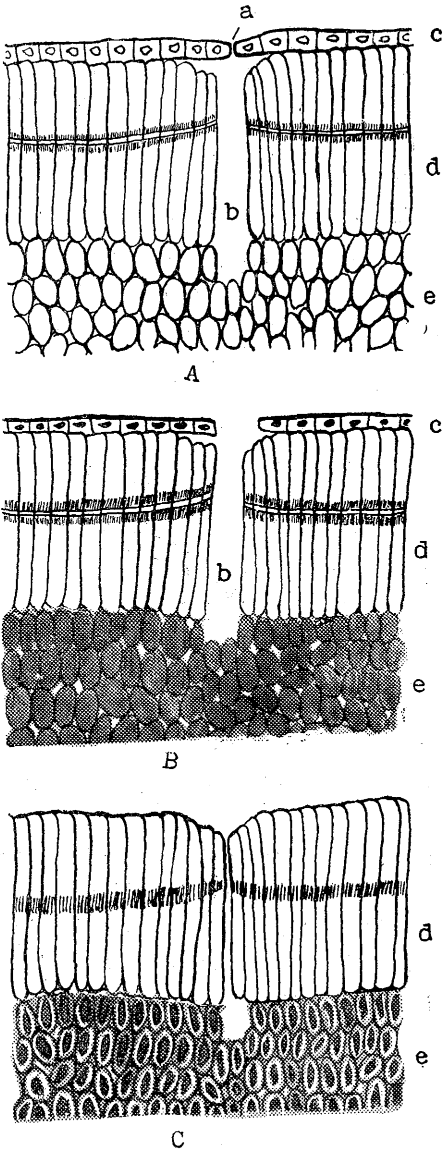
これは前実験のときの第4，第5，第6段階の合計の発芽率20.8%に比してかなり低い。不発芽の7個のものを水に入れてみると，何れも比重が水より小さい。またこ

れを割つて中を調べてみたところ，そのうち2個は発育中止して萎縮し，2個は稍発育，3個はほぼ成熟に近い状態となつていることがわかつた，この3個のものは適当の処置をすると発芽力があると思われる。

生育中のハスの果実を観察した結果，第1段階より第4段階に至るものは，ときに成熟停止するものが見られるが，腐敗するものは少ない。しかし第5，第6段階のものは雨水や菌類の侵入によつて腐敗するものがかなり多い。第7段階に達したものは殆ど異常なく，そのまま自然落下して泥中に入ることとなる。

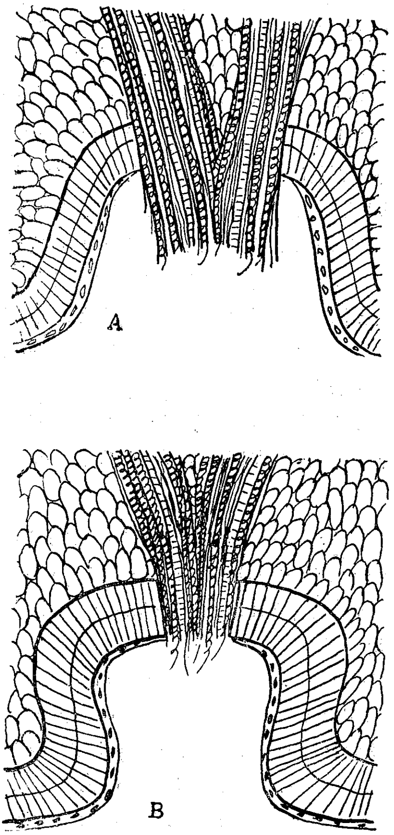
考　察　果実が発芽するには水分が透入することが必要であるが，どこから入るであろうか。まず棚状組織内の気孔道であるが，第6段階までは開いているため，空気や水の出入は主としてここから行われる。しかし第7段階になると気孔道は閉じ，水，空気の出入は行われない。(第3図参照)

つぎに基部の凹所であるが，ここは短い軸を以て果托と連絡するところで，この中に維管束があり，水分養分の通路となる。その縦断面を検鏡すると，多くのらせん紋導管が縦に走つているのが見られる。(第4図参照) 第5段階になると，導管の中を水分や養分が通ることが急に減じ，第6段階で停止するものと思われる。また自然状態においてはこ



第3図 蓮果皮の横断面 ×180　Aは第3, 第4段階の頃, Bは第5, 第6段階の頃, Cは第7段階のときの状態を示す.　a. 気孔, b. 気孔道, c, 表皮, d. 棚状組織, e. 硬膜組織.

の部分は果托に附着しているため外部より水が入ることはない。しかし果実をもぎ採つて水につけた場合，第 4 段階までのものはもちろん，第 5，第 6 段階のものでもこの維管束から水が多少透入すると考えられる。



第 4 図 果実の基部凹所の縦断面 ×100 A は第 4 段階，B は第 6 段階の頃の状態を示す.

果実を水につけて発芽の実験を行つたとき，第 4 段階のものが腐つたのは気孔から水が浸入するが，内部の胚は発芽力がないためと考えられる。第 5 段階になつて初めて発芽力を生ずるようである。これは酵素の活動性と関係あるものと見られる。

果実によつては成熟してからかなり永い期間経過しないと発芽しないものがあるが，ハスにおいてはかかることなく，完熟しないものでも水分と適当の温度によつて発芽し得ることがわかる。

80 日後に実験したものの発芽の割合が低下したことは，普通の植物の種子が時日の経過によつて発芽率が低下することと同じ現象と考えられる。

自然状態において第 4 段階までのものが殆ど腐敗することがないのは，表皮その他の細胞が生きているからである。孔辺細胞のはたらきによつて気孔が開閉するため水その他のものが入り難いし，入つても腐ることはまずない。しかし第 5，第 6 段階のものは表皮細胞は枯死して気孔は開いており，気孔道は閉じていないために雨水や菌類が侵入しやすくなり，果皮の細胞は概ね死んでいるためしばしば腐敗する。菌類の繁殖で腐敗した果実をハス池において極めて数多く見ることができた。第 6 段階までの若い果実で池中に落ちたものはすべて腐敗する。前記の実験では水につけただけで発芽するものがあつたのにハス田において発芽することのないのはどういう理由によるかというと，ハス田はイネ田のように毎年刈り取ることなく，ハスの葉などが落ちて腐敗しこれが幼植物に対し有害にはたらくためと考えられる。ハス田の泥が黒ずんで臭気の多いことでも肯かれる。

かくて第 7 段階になつて自然落下するまでには相当多くのものが腐敗し，完熟するものは少ない。第 7 段階になつて落下したものはその他のものの浸入することがないためそのまま泥中において永い生命を保つことになる。よつてハス田における自然発芽は殆ど見られない。

しかし稀には長年月に亙つて田の中にあつたハスの果実が掘り出されて自然発芽することがある。静岡県杉本順一氏の報告によると，同氏宅の前で 30 年前ハス田であつたのが現在イネ田となつたところにときどきハスの果実が発芽したということである。大賀一郎博士の論文2) によると，昔ハス田で現在イネ田になつたところにハスの幼植物を見たとの報告が載せられてあり，また満州 Pulantien において3) 毎年夏期の大雨後の水溜りにハスの実生が見られるということである。

それらは果実は完熟しており，普通はそのままでは発芽しないものであるが，たまたま土中から地表面に出たため日光の照射と温度の激変によつて果皮の気孔道に隙間を生じ，ここより水分が透入し，しかも現在のハス田のように有害物がないために発芽したものと思推される。

本稿を草するに当り御教示を賜つた東京大学教授前川文夫博士，大賀一郎博士，御報告を頂いた杉本順一氏に対し厚く御礼申し上げる。

Summary

Observing the process from the formation of the fruit of *Nelumbo nucifera* to its maturity, the writer found out the existence of considerable differences not only in its morphology but in its physiology, and divided the process into 7 stages as follows: (see Fig. 1).

1st stage: The fruit is small, green and soft, and a tiny ovule is seen in it.

2nd stage: The fruit becomes pretty larger and two green leaves come out.

3rd stage: A small cavity is formed between the two cotyledons.

4th stage: The fruit becomes larger and harder on this stage.

5th stage: The fruit becomes partially brown.

6th stage: The fruit becomes round and the size is at its maximum. Its specific gravity is usually less than that of water but sometimes opposite.

7th stage: The size of the fruit is smaller than that of the previous stage. The pericarp is brownish black, very hard and impervious to air and water. Its specific gravity is larger than that of water.

As to the rate of germination, when the fruit is soaked in water, the following data were found :—

4th stage	0%
5th stage	22.5%

6th stage	40.0%
7th stage	0%

And, all of the fruits of the 4th stage and those which did not germinate on the 5th stage grew rotten, but no change could be seen in that of the 7th stage.

The writer's experiments show that the germination rate of the young fruits drop with the lapse of time. In general, the fruits of the 1st to 4th stage neither germinate not grow rotten in the natural state.

The fruits of the 5th and the 6th stage often grow rotten by rain-water and fungi. The young fruit which dropped into a pond usually grow rotten by injurious things. The fruit of the 7th stage has hard pericarp and does not sprout, and so, in any lotus field, natural germination is seldom seen.

参考文献

1) Ichiro Ohga (1927) A study of the Ancient but still Viable Fruit of the Indian Latus found in the Peat Bed near Pulantien, South Manchuria. South Manchuria Railway Co. 107.

2) 大賀一郎 (1935) 南満州普蘭店産古蓮実のその後 植及動 **3** (1): 71–80.

3) 大賀一郎 (1936) 我国に見られた生活力を有する古蓮実に就て 植及動 **4** (9): 1505–1581.

○地衣に着くカビの一種 (小林義雄) Yosio KOBAYASI: *Aspergillus umbrosus* found on dried specimen of a Lichen

頃日，朝比奈先生より *Parmelia marmariza* Nyl. という葉状地衣につくカビを示された。時々地衣の色々な種類の上に見出される由。その状はレモン黄色の微小な球状でタルスの表面に散在する。径数 cm 位の地衣の盤子器面に数十個の球状体が散生するので肉眼では見にくい。早速，長研の椿君に純粋培養して貰つた。普通の培養基には生えず，相当量の食塩を添加してはじめて菌糸が延び分生子をつくる。*Aspergillus umbrosus* Bain. et Sart. と同定された。黄色の球状体は被子器であり，子囊胞子は楕円体で，その長軸を含む赤道面に幅広い 1 本の溝があるのが特長である。外国の菌株ではチャペック寒天 (3〜20% Sucrose 添加) 上に生育するのに比べて本菌株は生理的特徴が異なるのは，寄主である地衣体と特殊な栄養関係にある一品種と考えてもよかろう。